



関西学院大学リポジトリ

Kwansei Gakuin University Repository

ダイヤモンドの種結晶とエピタキシャル膜の結晶歪と欠陥評価

著者	山口 浩司
発行年	2017
URL	http://hdl.handle.net/10236/00027135

ダイヤモンドの種結晶とエピタキシャル膜の結晶歪と欠陥評価

関西学院大学大学院理工学研究科
物理学専攻 鹿田研究室 山口浩司

背景: CO₂ 半減を目指した取組みで、その半分を担う「省エネ」の根幹技術ーパワーエレクトロニクスーが期待されている。Si が限界を迎える中 SiC が実用化開始し、鉄道で 50%を超える大きな効果を生む中、さらに 7 倍の絶縁破壊電界を有する究極のダイヤモンドが期待されている。そのため高出力縦型デバイスに対応する、低抵抗・低欠陥ウェハの研究開発が急務となっている。

課題と目的: 低抵抗ダイヤモンドバルク作製として①絶縁種結晶 あるいは ②低抵抗種結晶上に成長する 2 つの手法が考えられる。①は高品質結晶が実現されているがバルクとの間に 6 桁以上のドーピング濃度差がある。一方②は種結晶が未熟であるが、バルクとの間の濃度差が 1 桁ほどである。今回バルク成長法の課題を探る目的で①・②の種結晶の評価、エピタキシャル膜の結晶歪・欠陥の観察・評価を行い、優位性に関して探索研究を行った。

実験: 試料は絶縁 HPHT 結晶、絶縁 CVD 結晶、B ドーピング HPHT 結晶($1 \times 10^{16} \text{cm}^{-3}$ (6E19)、9E19)、各種基板上にマイクロ波及びフィラメント CVD 法で成長した結晶(p+CVD(9E20)/絶縁 HPHT、p-CVD(5E15)/p+HPHT(9E19))を用いた。超精密 X 線回折 (@東北大)、高分解能 X 線回折装置の逆格子空間マッピングによる格子歪の測定を行った。 $g = \langle 202 \rangle$ の回折を用い SR 光 X 線トポグラフィ (@九州 SR) による結晶欠陥評価などを行った。

結果及び考察: 絶縁種結晶、B ドープ種結晶の逆格子マッピングを図 1 に示す。②の p+HPHT 種結晶は①の絶縁 HPHT 種結晶の結晶性に比べ若干の悪化は見られたが、ドーピング濃度に対して十分に結晶性が良いことが確認された。ここ

から p+HPHT 種結晶はさらなる低欠陥・大型化が求められる。図 2 は絶縁 HPHT 種結晶に p+CVD でバルク成長することを想定した構造である。絶縁 HPHT 種結晶に高濃度 B ドープ CVD ダイヤモンドを成長した積層構造では、基板とエピ膜のピークシフトが $\langle 110 \rangle \sim 0.005\%$ 、 $\langle 001 \rangle \sim 0.077\%$ 生じていた。ここから濃度差が大きいことによる大きなピーク分離と共に格子緩和が確認された。また X 線トポ観察により格子歪が大きい p+CVD/絶縁 HPHT 結晶は、 $2.43 \mu\text{m} \times n (n=1 \sim 36)$ の周期性のある欠陥 ($31.3 \text{個}/\text{mm}^2$) が観察された。ここから絶縁種結晶上に直接 p+バルク成長することは厳しいことがわかり、バッファ層などによる歪低減方法の開発が求められる。

謝辞: 本学科大谷研究室・金子研究室、九州 SR 光研究センター、東北大学電気通信研究所、キャンノン(株)の研究へのご支援に深く感謝いたします。

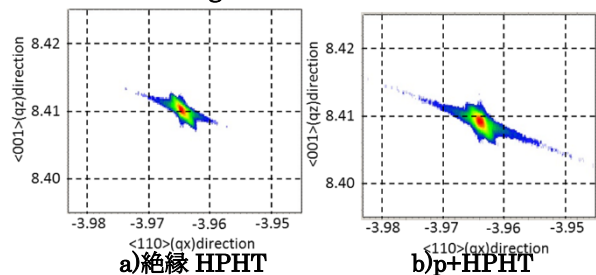


図 1 各種結晶の逆格子マッピング図

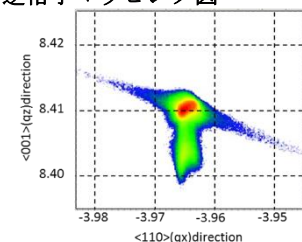


図 2 p+CVD/絶縁 HPHT 成長結晶の逆格子マッピング図